

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 7 月 29 日 (29.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/064225 A1

- (51) 国際特許分類: H02K 1/27
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/000266
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 15 日 (15.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菊池 友弘 (KIKUCHI, Tomohiro) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 宮崎 高志 (MIYAZAKI, Takashi)

[JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 米谷 晴之 (KOMETANI, Haruyuki) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山口 信一 (YAMAGUCHI, Shinichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 宮田 金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

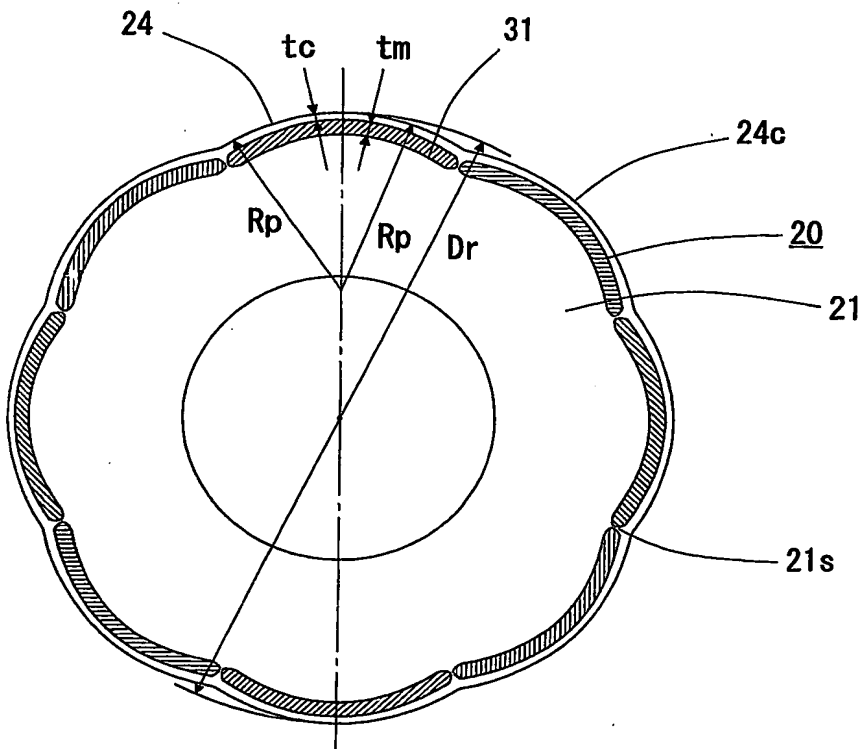
(81) 指定国 (国内): CN, DE, JP, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石型電動機



(57) Abstract: A permanent magnet type motor (1) comprises a rotor with fixed permanent magnets (31). The outer periphery of a rotor magnetic pole section (24) of the rotor (20) is so shaped that the distance from the center of the rotor iron core (21) is longest to the circumferential center section, and the distance from the center of the rotor iron core is shortest to the pole gap section, and that the end face of the rotor magnetic pole section (24) forms an arc. When the magnet thickness of the permanent magnet (31) is t_m coating thickness t_c formed by the outside face of the permanent magnet (31) and the end face of the rotor magnetic pole section (24) is almost constant, an expression $t_c/t_m \leq 0.25$ is satisfied.

(57) 要約: 永久磁石型電動機 1 は、永久磁石 31 が固定された回転子とを備え、回転子 20 は、回転子磁極部 24 の外周形状が、周方向中央部にて回転子鉄心 21 の中心からの距離が最も長くなり、極間部にて

前記回転子鉄心の中心からの距離が最も短くなると共に、回転子磁極部 24 の端面が円弧を成すように形成されており、永久磁石 31 の外側面と回転子磁極部 24 の端面とにより形成される被覆厚さ t_c をほぼ一定とし、永久磁石 31 の磁石厚さ t_m とすると、 $t_c/t_m \leq 0.25$ を満たすものである。

明 細 書

永久磁石型電動機

5 技術分野

本発明は、永久磁石を有する永久磁石型電動機におけるコギングトルク、トルクリニアリティー特性の改良に関する。

背景技術

10 従来の永久磁石型電動機を実開昭62-119175号公報によって説明する。かかる永久磁石型電動機(以下、「磁石表面型電動機」という)は、回転軸の外周部に固定された複数の永久磁石と、該永久磁石の間にスペーサと、該永久磁石の表面を半径方向に押圧する非磁性体から成る押圧部材とを備えた回転子を有するものである。

15 かかる磁石表面型電動機よれば、回転子の表面に磁石が固定されているので、トルクと電流の直線性を示すトルクリニアリティー特性が優れている。したがって、高負荷時、少ない電流で大きいトルクを得ることができるので、制御性が優れるものである。

しかしながら、上記磁石表面型電動機は永久磁石を固定する押圧部材などを要するので、構造が複雑になっていた。

20 そこで、上記課題を解決するために、永久磁石埋込型電動機が特開2000-197292号公報に開示されている。

25 該公報に開示された技術によれば、永久磁石埋め込型電動機は、回転子鉄心の円周方向に回転子の極数分等間隔に設けられ鉄心周方向を長辺とし鉄心径方向を短辺として軸方向に貫通する矩形の磁石用孔を有し、前記磁石用孔のそれぞれに磁極面を鉄心径方向として互いに隣接する磁極が異なるように永久磁石を装着し、前記永久磁石のそれぞれの外周側

磁極面に形成される回転子磁極部の外周形状が、周方向中央部にて鉄心中心よりの距離が最も大きくなり、極間部にて鉄心中心よりの距離が最も小さくなるような各回転子磁極部毎の円弧状をなしているものである。

かかる永久磁石埋込型電動機によれば、固定子鉄心に永久磁石が埋め込まれているので、永久磁石を固定する押圧部材が不要になるものである。

しかしながら、上記特開 2000-197292 号公報に記載の永久磁石埋込型電動機では、回転子鉄心外周部の厚さを規定していないので、空隙磁束密度の高調波成分に起因して無通電時に発生するトルク変動となるコギングトルクがやや大きく、トルクリニアリティーが向上できないという課題があった。

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、コギングトルクを低減すると共に、トルクリニアリティー向上する永久磁石型電動機を提供することを目的とする。

発明の開示

第 1 の発明に係る永久磁石型電動機は、固定子巻線を有する固定子と、回転子鉄心の極数分設けられると共に、軸方向に穿設された複数の磁石用孔を有し、隣接する磁極が交互に異なるように永久磁石が固定された回転子とを備え、前記回転子は、前記永久磁石のそれぞれの外周側磁極面に形成される回転子磁極部の外周形状が、周方向中央部にて前記回転子鉄心の中心からの距離が最も長くなり、第 1 の前記永久磁石と第 2 の前記永久磁石との間に形成される極間部にて前記回転子鉄心の中心からの距離が最も短くなると共に、前記回転子磁極部の端面が円弧を成すように形成されており、前記磁石用孔の外側が前記円弧とほぼ同一で、略弓形状に穿設されており、前記永久磁石の外側面と前記回転子磁極部の

端面とにより形成される被覆厚さ t_c をほぼ一定とし、前記永久磁石の厚さを磁石厚さ t_m とすると、 $t_c/t_m \leq 0.25$ を満たす、ことを特徴とするものである。

かかる永久磁石型電動機によれば、従来の永久磁石埋込型電動機と比較してコギングトルクが少なくなりトルクリニアリティーが向上するという効果がある。

第2の発明に係る永久磁石型電動機は、 $0.143 \leq t_c/t_m \leq 0.174$ を満たすことを特徴とするものである。

かかる永久磁石型電動機によれば、より一層コギングトルクが減少するという効果がある。

第3の発明に係る永久磁石型電動機は、回転子の外側面が回転子鉄心の中心から最大となる直径を回転子最大直径 D_r 、回転子磁極部の外側面より形成される円弧の半径を回転子円弧半径 R_p とすると、 $0.23 \leq R_p/D_r \leq 0.32$ を満たす、ことを特徴とするものである。

かかる永久磁石型電動機によれば、回転子における永久磁石のN(S)極からS(N)極への磁束波形が理想の正弦波に近くなるので、コギングトルクが減少するという効果がある。

第4の発明に係る永久磁石型電動機は、前記永久磁石の厚さに対応する前記磁石用孔の幅を孔幅 t_h 、前記磁石用孔の両端に略半円面を設け、該半円面の半径を孔端部半径 R_h とすると、 $0.45 \leq R_h/t_h \leq 0.5$ を満たす、ことを特徴とするものである。

かかる永久磁石型電動機によれば、回転子に設けられた磁石用孔の角部の応力集中が緩和されるので、回転子を高速回転し得るという効果がある。

第5の発明に係る永久磁石型電動機は、 n を1以上の正の整数とし、前記回転子の極数を $2n$ 、前記固定子の突極の数を $3n$ とする、ことを

特徴とするものである。

かかる永久磁石型電動機によれば、例えば回転子にスキューを形成すると、コギングトルクをより低減できるという効果がある。

図面の簡単な説明

5 第1図は本発明の一実施例による永久磁石型電動機の横断面図である。

第2図は、第1図に示す永久磁石型電動機の回転子の横断面図である。

第3図は、第1図に示す永久磁石型電動機の回転子から固定子への磁束の流れを示す部分拡大横断面図である。

10 第4図は、第1図に示す永久磁石型電動機と従来の磁石埋め込型電動機との各部の数値、特性の比較図である。

第5図は、回転子磁極部の被覆厚さ t_c 、永久磁石の磁石厚さ t_m とした場合の t_c/t_m とトルクリニアリティーの関係を解析した特性図である。

15 第6図は、回転子磁極部の被覆厚さ t_c 、永久磁石の磁石厚さ t_m とした場合の t_c/t_m とコギングトルクの関係を解析した特性図である。

第7図は、回転子最大直径 D_r 、回転子円弧半径 R_p とした場合の R_p/D_r とコギングトルクとの関係を磁界解析した特性図である。

第8図は、本発明の他の実施例による回転子の端部の部分拡大横断面図である。

20 第9図は、磁石用孔の孔幅 t_h 、磁石用孔の孔曲 R_h の孔比 R_h/t_h と磁石用孔の両端角部の応力相対値について解析した特性図である。

発明を実施するための最良の形態

実施例1.

25 本発明の一実施例を第1図乃至第3図によって説明する。第1図は本発明の一実施例による永久磁石型電動機の横断面図、第2図は第1図に

示す永久磁石型電動機の回転子の横断面図、第3図は、第1図に示す永久磁石型電動機の回転子から固定子への磁束の流れを示す部分拡大横断面図である。

第1図及び第2図において、永久磁石型動機1は、薄い電磁鋼板を打ち抜いて該電磁鋼板を積層した固定子鉄心11から成ると共に、12個の突極11tに巻回された固定子巻線13を有する固定子10と、永久磁石31を有すると共に、8極の回転子20とを備え、 n を1以上の正の整数とし、回転子20の極数を $2n$ 、固定子10の突極11tの数を $3n$ と成るように形成されており、固定子10と回転子20との間に空隙 g が形成されていて、固定子巻線13を通電すると、回転磁界により回転子20を回転するように構成されている。

回転子20は磁極と同数の花卉を有する菊花紋章形で、厚さ t_r (図示せず)が0.35(mm)の電磁鋼板を所定の形状に打ち抜いて積層した回転子鉄心21から成り、軸方向で永久磁石31の内側方向の中心に孔21yが穿設されており、軸方向に断面略弓形状で永久磁石31を径合して固定するための磁石用孔21eが8個穿設されており、互いに隣接する第1の永久磁石31と第2の永久磁石31との間に形成される極間部21aを有すると共に、第1の永久磁石31と第2の永久磁石31との磁極が異なるように配置されて永久磁石31の固定子10の方向、すなわち、永久磁石31の外側方向に回転子磁極部24が形成されている。

回転子磁極部24は、外側面24c(外周形状)が周方向中央部にて回転子鉄心21の中心よりの距離が最も長くなり、永久磁石31の極間部21aにて回転子鉄心21の中心よりの距離が最も短くなるような、各回転子磁極部24が円弧状を成すように形成されていて、永久磁石31の外側面から回転子磁極部24の外側面24cまでの距離となる被覆厚さ t_c をほぼ一定で、打ち抜き製作を考慮して可能な限り被覆厚さ t_c

が薄くなるように形成されている。

永久磁石 31 は断面略弓形状で、回転子 20 の径方向に磁石厚さ t_m を有している。

上記のように構成された永久磁石型電動機 1 によれば、回転子 20 の
5 回転子磁極部 24 が電磁鋼板で形成されているので、第 3 図に示すように永久磁石 31 からの磁束 Φ は、回転子磁極部 24 を通って漏れることになる。しかしながら、回転子 20 の回転子磁極部 24 の被覆厚さ t_c が薄く形成されているので、該回転子磁極部 24 の磁気抵抗が極めて大きく成り、永久磁石 31 から回転子磁極部 24 を通って漏れる磁束を小
10 さくなる。したがって、回転子磁極部 24 の磁束が飽和状態に近づくので、固定子 10 の回転磁界により生じる磁束が回転子 20 の回転子磁極部 24 を通りにくくなるので、トルクリニアリティーを向上することができるものである。

永久磁石型電動機 1 は、具体例として第 1 図及び第 4 図に示すように
15 回転子 20 の直径が変化しているので、回転子 20 の外側面 24c の直径が最大になる回転子最大直径 $D_r = 107$ (mm)、回転子磁極部 24 の外側面 24c により形成された円弧の半径となる回転子円弧半径 $R_p = 29.1$ (mm)、回転子直径比 $R_p / D_r = 0.272$ 、回転子磁極部 24 の先端部における永久磁石 31 を覆う一定値の被覆厚さ $t_c = 0.5$ (mm)、永久
20 磁石 31 の半径方向における磁石厚さ $t_m = 3$ (mm)、磁石厚さ比 $t_c / t_m = 0.16$ となるように形成されている。かかる永久磁石型電動機 1 によれば、コキングトルク相対値 1.0、トルクリニアリティー相対値 1.059 の特性が得られる。

これに対して従来の永久磁石埋込型電動機では、回転子磁極部の被覆
25 厚さ t_c が変化しているので、最大の被覆厚さ $t_c = 5$ (mm)、永久磁石 31 の磁石厚さ t_m 、回転子最大直径 D_r 、回転子円弧半径 R_p 、回転子直径

比 R_p/D_r を永久磁石型電動機 1 と同一とした場合、コキングトルクの相対値 3.267、トルクリニアリティーの相対値 0.6497 となる。したがって、永久磁石型電動機 1 のコキングトルク、トルクリニアリティーの特性が従来の永久磁石埋込型電動機に比較して改善されている。

5 <トルクリニアリティー>

まず、第 5 図によって回転子磁極部 24 の被覆厚さ t_c 、永久磁石 31 の磁石厚さ t_m とトルクリニアリティーの関係を説明する。第 4 図は磁石厚さ比 t_c/t_m とトルクリニアリティーの関係を解析した特性図である。

10 第 4 図に示すようにトルクリニアリティーを大きくするには、磁石厚さ比 t_c/t_m を小さくしなければならないことが理解できる。磁石厚さ比 t_c/t_m を小さくすると、磁石厚さ t_m に対して相対的に回転子磁極部 24 の被覆厚さ t_c が小さくなるので、回転子 20 の回転子磁極部 24 の磁束が飽和状態に近づくことになる。よって、回転子 20 から固定子 10 へ流れる磁束の漏れが減少するので、トルクリニアリティーが大きくなるのである。

15 <コキングトルク>

(1) 磁石厚さ比 t_c/t_m

次に、回転子最大直径 D_r 、回転子円弧半径 R_p とコキングトルクとの関係を第 6 図によって説明する。第 6 図は回転子磁極部の被覆厚さ t_c 、永久磁石の磁石厚さ t_m とした場合の磁石厚さ比 t_c/t_m とコキングトルクの関係を解析した特性図である。

第 6 図において、一点鎖線で従来の永久磁石埋込型電動機を示しており、永久磁石型電動機 1 のコキングトルクは、該永久磁石埋込型電動機
25 のコキングトルクよりも低くするには磁石厚さ比 t_c/t_m が $t_c/t_m \leq 0.25$ の範囲において設定すればよいことが理解できる。

コギングトルクの相対値は、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 付近にて回転子磁極部 24 における磁束が飽和するので、極小となり、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 を越えると、大きくなる。これは、永久磁石 31 の磁石厚さ t_m に対して回転子磁極部 24 の被覆厚さ t_c が相対的に大きくなるに連れて永久磁石 31 から回転子磁極部 24 への磁束の漏れが大きくなるからである。

コギングトルクの相対値は、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 未満で、増加する。これは、磁石厚さ t_m に対して被覆厚さ t_c が相対的に小さくなるに連れて、永久磁石 31 から回転子磁極部 24 への磁束の漏れが小さくなるものの、永久磁石 31 から固定子鉄心 11 へ通る磁束が増加するので、大きくなる。

上記のように永久磁石型電動機 1 のコギングトルクは、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 付近で極小となり、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 を越えるに連れて大きくなり、磁石厚さ比 t_c/t_m が 0.158 よりも小さくなるに連れて増加する。

永久磁石型電動機 1 の磁石厚さ比 $t_c/t_m = 0.158$ として製作しても、磁石厚さ t_c および被覆厚さ t_m に寸法許容差が生じる。これを 5% とすると、 t_c/t_m の最小値は $0.158 \times 0.95 / 1.05 = 0.143$ となる。

一方、磁石厚さ比 t_c/t_m の最大値は $0.158 \times 1.05 / 0.95 = 0.174$ となる。

したがって、磁石厚さ比 t_c/t_m を $0.143 \leq t_c/t_m \leq 0.174$ の範囲に設定することによって、コギングトルクをより一層低減することができる。

さらに、永久磁石型電動機 1 が従来の永久磁石埋込型電動機のコギングトルク相対値の略半分の特性を得るには、磁石厚さ比 t_c/t_m を $0.12 \leq t_c/t_m \leq 0.2$ の範囲に設定することになる。

(2) 回転子直径比 R_p/D_r

次に、第 7 図に示す回転子 20 の最外周面までの回転子外側直径 D_r 、

回転子磁極部 24 の曲面までの回転子円弧半径を R_p とした場合の鉄心
回転子直径比 R_p/D_r とコギングトルクとの関係を磁界解析した特性図
によって説明する。

第 7 図において、永久磁石電動機 1 のコギングトルクは、回転子直径
5 比 R_p/D_r が 0.29 付近では、回転子磁極部 24 における永久磁石 31
の N (S) 極から S (N) 極への磁束波形が理想の正弦波に近くなるので、
極小となる。

コギングトルクは、回転子直径比 R_p/D_r が 0.29 を越えると、回転子 2
0 の直径 D_r に対して回転子円弧半径 R_p が相対的に大きくなるに連れ
て、永久磁石 31 の N (S) 極から S (N) 極への切換え部分における磁束
10 変化の円滑が阻害される、すなわち、理想の正弦波形から遠ざかるので、
増加し、鉄心回転子直径比 R_p/D_r が 0.29 未満では、回転子最大直径 D_r
に対して、回転子円弧半径 R_p が相対的に大きくなるに連れて増加する。

従来の磁石埋込型回転子のコギングトルク相対は回転子直径比 R_p/D_r
15 r を 0.272 の一定とすると、0.16 となる。

したがって、本実施例による永久磁石型電動機 1 のコギングトルクを、
従来の磁石埋込型回転子のコギングトルク以下にするには回転子直径比
 R_p/D_r が $0.23 \leq R_p/D_r \leq 0.32$ の範囲に設定すればよい。

さらに、永久磁石型電動機 1 が従来の永久磁石埋込型電動機のコギン
20 グトルク相対値の略半分の特性を得るには、回転子直径比 R_p/D_r を
 $0.255 \leq R_p/D_r \leq 0.303$ の範囲に設定することになる。

上記のように回転子最大直径 D_r 、回転子円弧半径 R_p を $0.23 \leq R_p/D_r$
 ≤ 0.32 の範囲に設定、また、回転子磁極部 24 の被覆厚さ t_c を一定とし
、永久磁石 31 の磁石厚さ t_m を 2.5 (mm)、磁石厚さ比 t_c/t_m を 0.125
25 $\leq t_c/t_m \leq 0.190$ の範囲に設定することにより従来の永久磁石埋込型電
動機に比較してトルクリニアリティーを向上できると共に、コギングト

ルクを低減できる。

さらに、磁石厚さ比 t_c/t_m を $0.143 \leq t_c/t_m \leq 0.174$ の範囲に設定することによって、コギングトルクをより一層低減することができる。

また、回転子 20 の極数を $2n$ 、固定子 10 の突極 12 の数を $3n$ と
5 成るように構成したのは、回転子 20 にスキューを形成した際に永久磁石型電動機 1 のコギングトルクをより一層低下できる。

実施例 2.

本発明による他の実施例を第 8 図によって説明する。第 8 図は、本発明の他の実施例による回転子の端部の部分拡大横断面図である。

10 永久磁石型電動機のコギングトルク、トルクリニアリティー以外の重要な特性として最大回転速度がある。最大回転速度を上昇すると、電動機によって駆動される機械を高速で動作することができるので、生産性を向上できるからである。

しかしながら、第 8 図に示すように回転子 20 に磁石用孔 22 を設け、
15 永久磁石 31 を磁石用孔 22 に挿入して接着剤等により固定する永久磁石型電動機では、最大回転速度を上昇すると、磁石用孔 22 の両端角部に応力が集中して永久磁石 31 の固定に悪影響が生じるおそれがある。

そこで、上記課題を解決するために、第 8 図に示すように回転子 20 の軸方向に穿設された略弓形状の穿設された永久磁石を装着するための
20 磁石用孔 22 に曲部を設けて応力の集中を減少することが考えられる。

該磁石用孔 22 には、回転子 20 の半径方向の長さとなる幅となる孔幅 t_h とし、磁石用孔 22 の両端角部に略半円面を設け、該半円面の半径を孔端部半径 R_h とした場合、孔幅 $t_h = 2.6$ (mm)、孔端部半径 $R_h = 1.3$ (mm) とし、孔比 $R_h/t_h = 0.5$ と設定している。

25 次に、第 9 図に示す孔比 R_h/t_h と磁石用孔 22 の両端角部の応力相対値を解析した特性図を用いて説明する。

第9図より、孔比 $R_h/t_h=0.5$ にて磁石用孔 22 の両端角部の応力相対値は最小となり、 $0.4 \leq R_h/t_h$ では磁石用孔 22 の両端角部の応力相対値は1.0から1.2と実使用上問題ないレベルとなる。

5 以上のように幅 t_h 、孔端部半径 R_h とした場合、 $0.4 \leq R_h/t_h$ の範囲に設定することにより、回転子 20 が回転時に遠心力によって生じる磁石用孔 22 の両端角部に発生する応力集中を低減することができる。

産業上の利用可能性

10 以上のように、本発明に係る永久磁石型電動機は、例えば同期型電動機に用いるのに適している。

15

20

25

請 求 の 範 囲

1. 固定子巻線を有する固定子と、

回転子鉄心の極数分設けられると共に、軸方向に穿設された複数の磁
石用孔を有し、隣接する磁極が交互に異なるように永久磁石が固定され
た回転子とを備え、

前記回転子は、前記永久磁石のそれぞれの外周側磁極面に形成される
回転子磁極部の外周形状が、周方向中央部にて前記回転子鉄心の中心か
らの距離が最も長くなり、第1の前記永久磁石と第2の前記永久磁石と
の間に形成される極間部にて前記回転子鉄心の中心からの距離が最も短
くになると共に、前記回転子磁極部の端面が円弧を成すように形成されて
おり、

前記磁石用孔の外側が前記円弧とほぼ同一で、略弓形状に穿設されて
おり、

前記永久磁石の外側面と前記回転子磁極部の端面とにより形成される
被覆厚さ t_c をほぼ一定とし、前記永久磁石の厚さを磁石厚さ t_m とする
と、

$t_c / t_m \leq 0.25$ を満たす、

ことを特徴とする永久磁石型電動機。

2. $0.143 \leq t_c / t_m \leq 0.174$ を満たすことを

特徴とする請求の範囲1に記載の永久磁石型電動機。

3. 前記回転子の外側面が前記回転子鉄心の中心から最大となる直径を
回転子最大直径 D_r 、前記回転子磁極部の外側面より形成される円弧の半
径を回転子円弧半径 R_p とすると、

$0.23 \leq R_p / D_r \leq 0.32$ を満たす、

ことを特徴とする請求の範囲1又は2に記載の永久磁石型電動機。

4. 前記永久磁石の厚さに対応する前記磁石用孔の幅を孔幅 t_h 、前記磁石用孔の両端に略半円面を設け、該半円面の半径を孔端部半径 R_h とすると、

$0.45 \leq R_h / t_h \leq 0.5$ を満たす、

5 ことを特徴とする請求の範囲 1 から 3 の何れかに記載の永久磁石型電動機。

5. n を 1 以上の正の整数とし、前記回転子の極数を $2n$ 、前記固定子の突極の数を $3n$ とする、

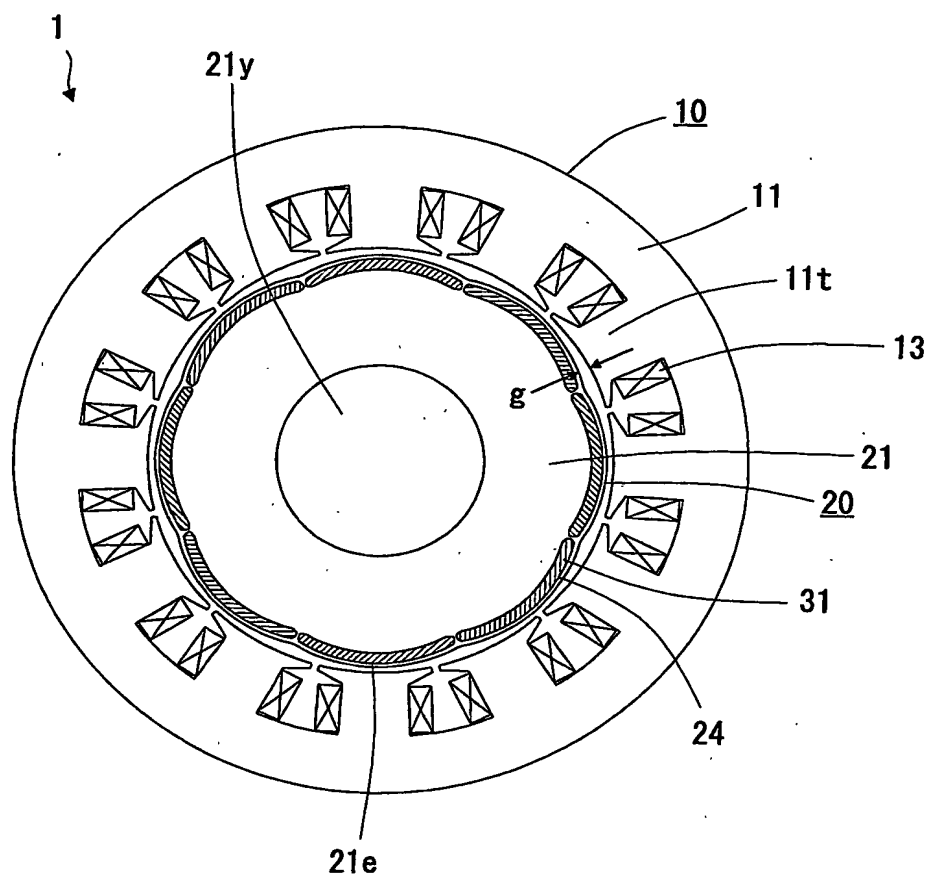
10 ことを特徴とする請求の範囲 1 から 4 の何れかに記載の永久磁石型電動機。

15

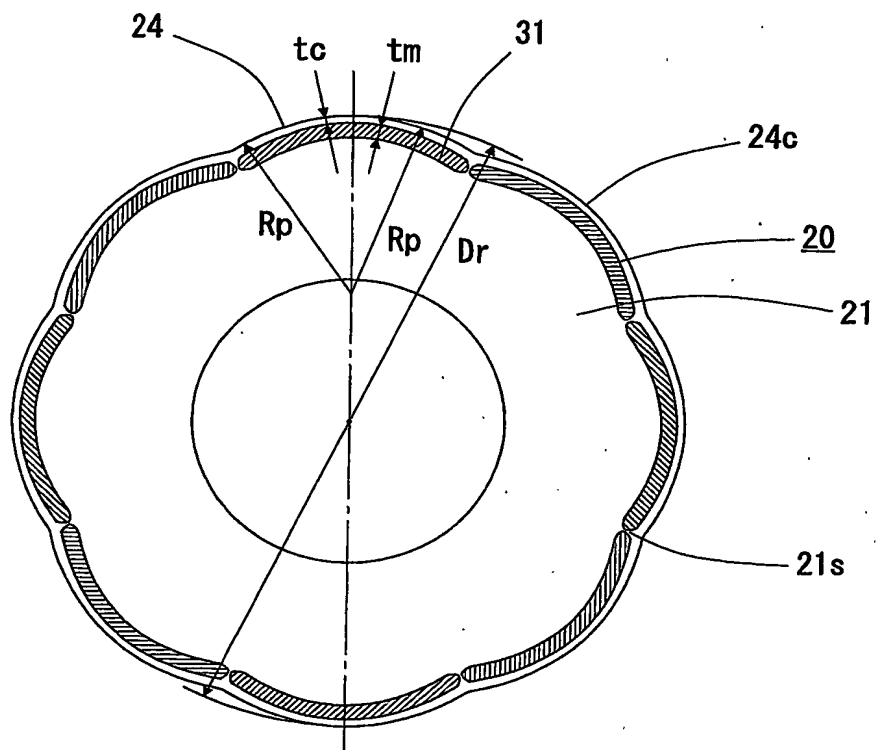
20

25

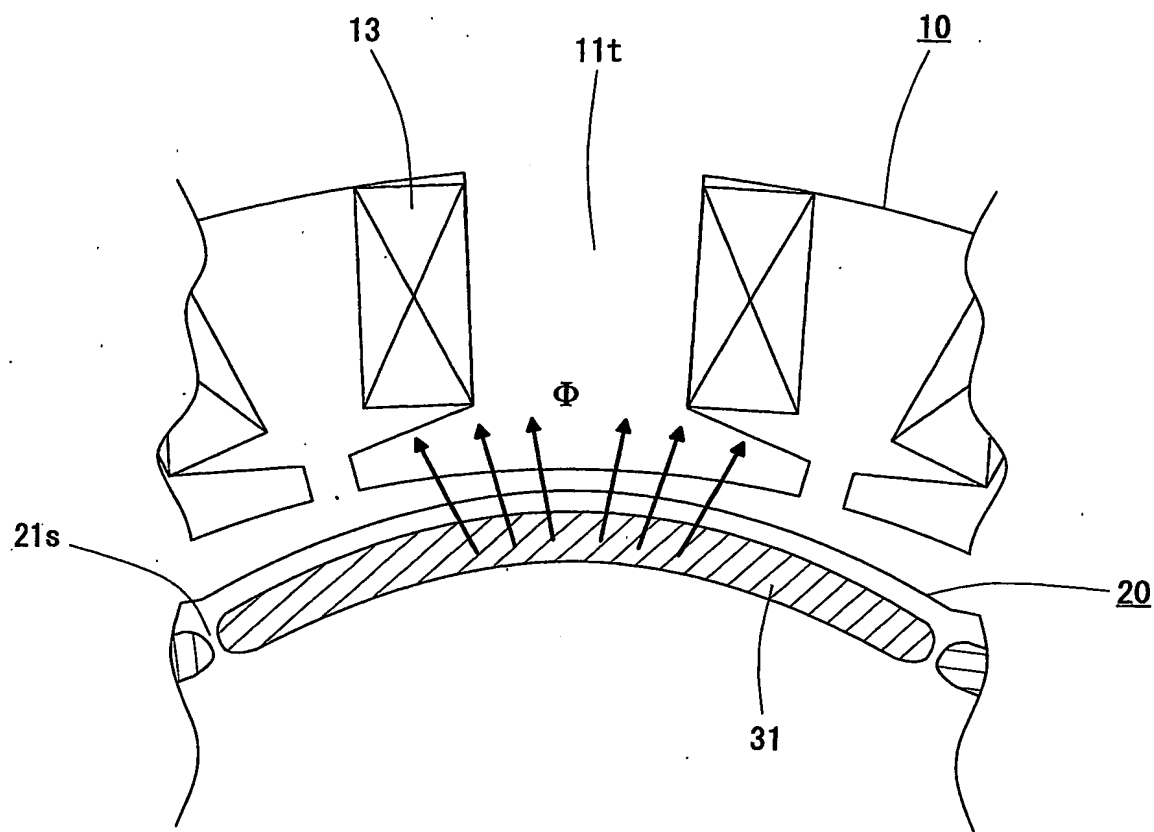
第1図



第2図



第3図



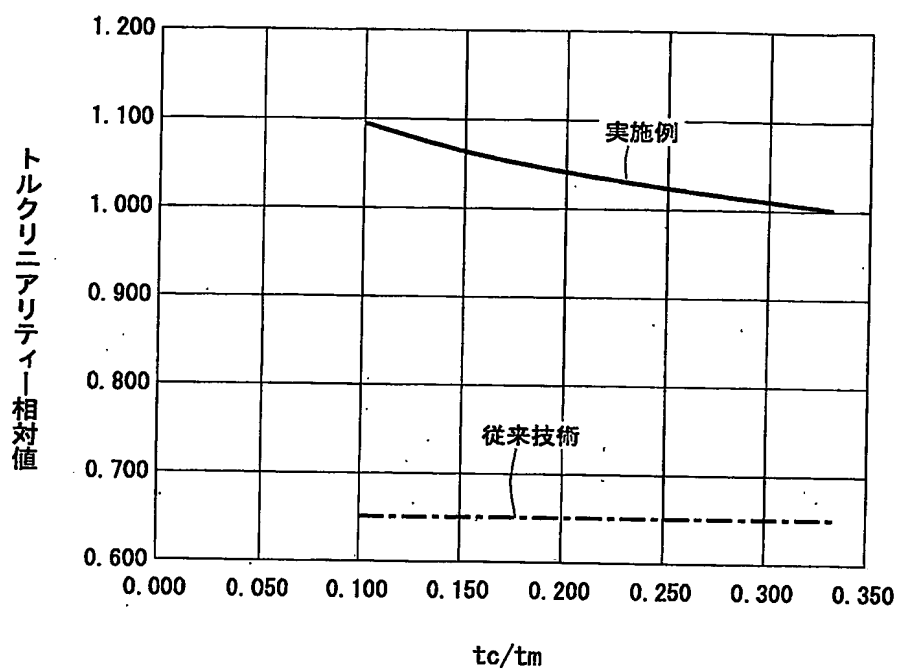
4/9

第4図

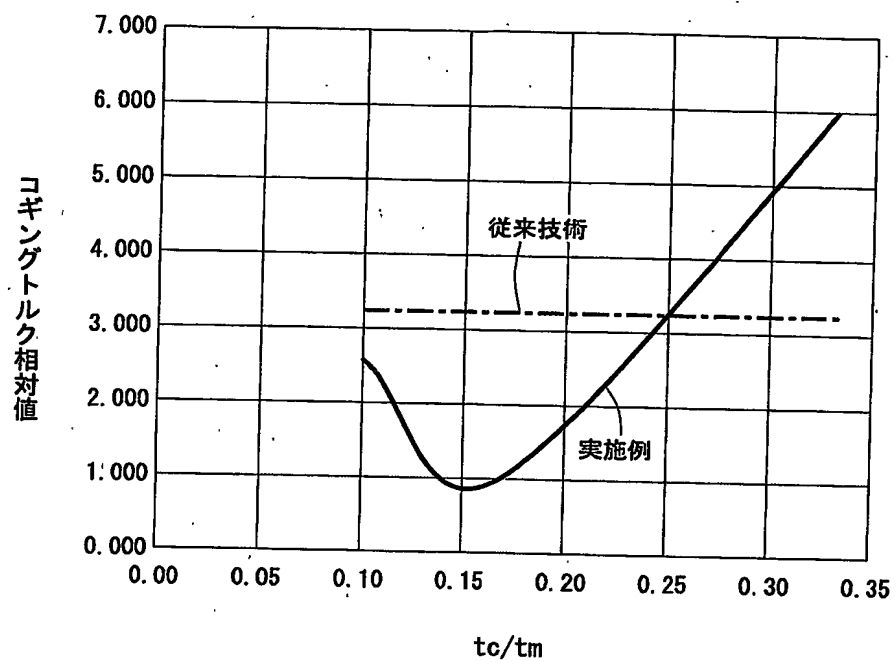
区分		実施例 1	従来技術
回転子被覆厚さ	t_c (mm)	0.5	5 (最大値)
磁石厚さ	t_m (mm)	3	3
磁石厚さ比	t_c/t_m	0.167	
回転子円弧半径	R_p (mm)	29.1	29.1
回転子最大直径	D_r (mm)	107	107
回転子直径比	R_p/D_r	0.272	0.272
コギングトルク相対値		1.0	3.267
トルクリニアリティー相対値		1.059	0.6497

5/9

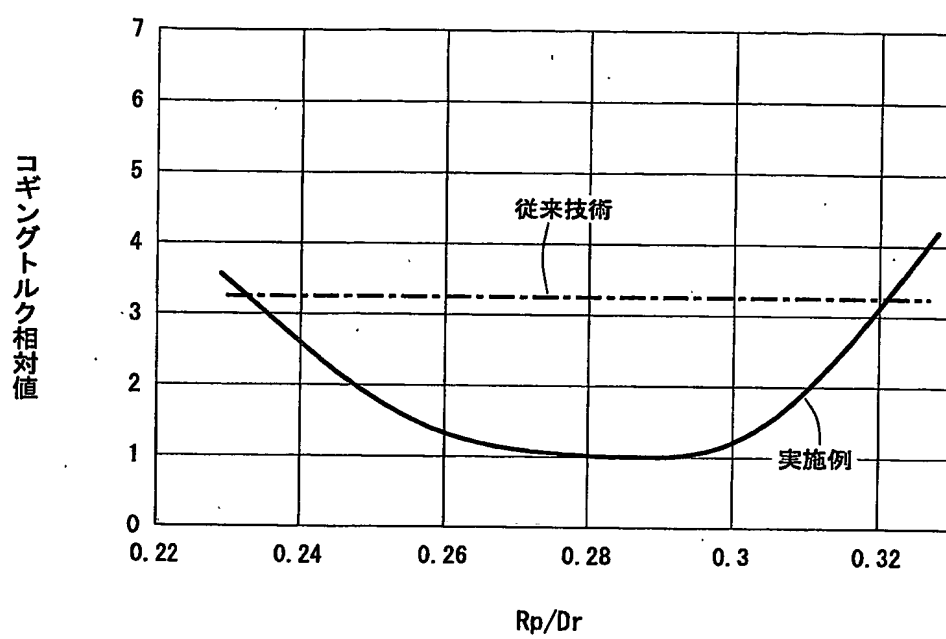
第5図



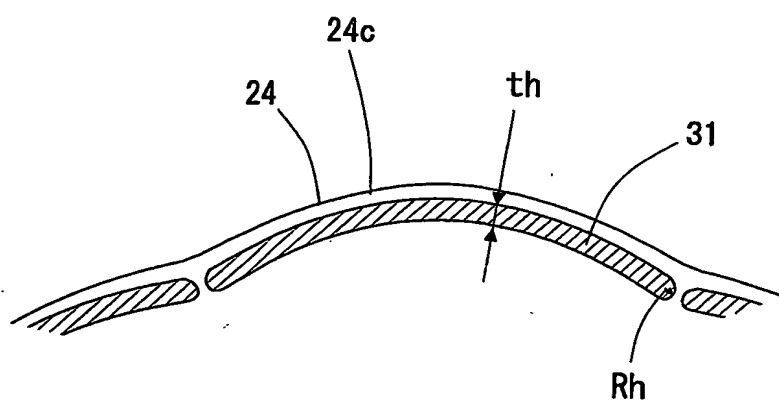
第6図



第7図

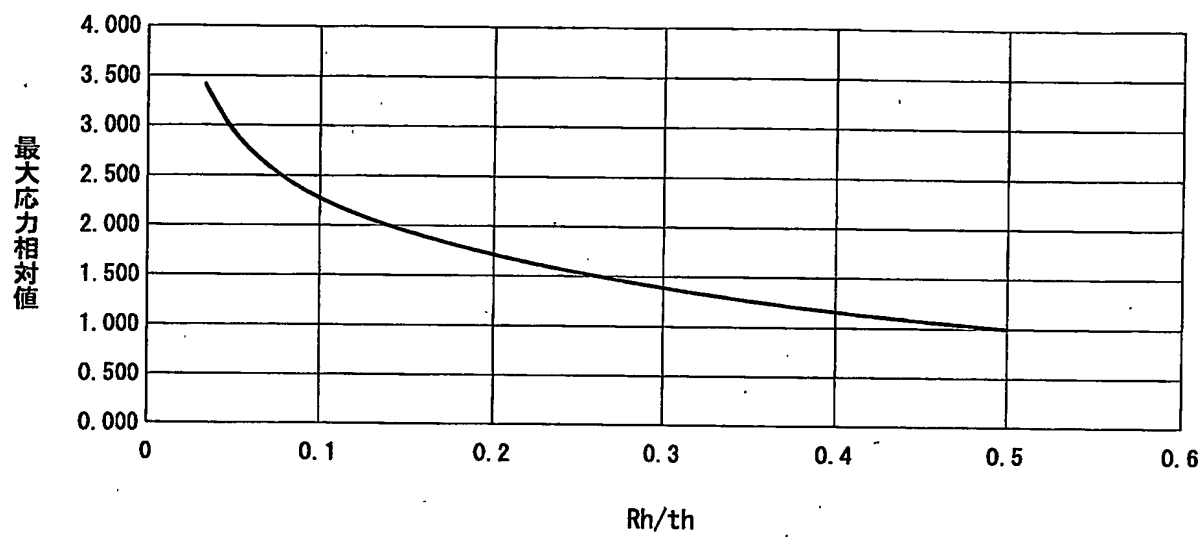


第8図



9/9

第9図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02K1/27

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02K1/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-350393 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Par. Nos. [0012] to [0016]; Figs. 1, 7 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-34185 A (Toshiba Corp.), 31 January, 2002 (31.01.02), Par. Nos. [0042] to [0096]; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-165428 A (Toshiba Transport Engineering Inc.), 07 June, 2002 (07.06.02), Par. Nos. [0025] to [0081]; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 April, 2003 (22.04.03)

Date of mailing of the international search report
06 May, 2003 (06.05.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H02K 1/27

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K 1/27

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2003

日本国登録実用新案公報 1994-2003

日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-350393 A (信越化学工業株式会社), 2000. 12. 15, 段落【0012】-【0016】, 第1図第7図, (ファミリーなし)	1-5
Y	JP2002-34185 A (株式会社東芝), 2002. 01. 31, 段落【0042】-【0096】, 第1図-第15図, (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 04. 03

国際調査報告の発送日

06.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

3V

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-165428 A (東芝トランスポートエンジニアリング株式会社), 2002. 06. 07, 段落【0025】-【0081】, 第1図-第9図, (ファミリーなし)	1-5